



Kan skogsgödsling effektiviseras med hjälp av SLU Markfuktighetskarta?

*Can forest fertilization be made more efficient with the help of
SLU Soil moisture map?*

SOFI DAHL WALLIN

EMELIE GAREFELT



Examensarbete i skogshushållning, 15 hp

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2021:13

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

Kan skogsgödsling effektiviseras med hjälp av SLU Markfuktighetskarta?

Can forest fertilization be made more efficient with the help of SLU Soil moisture map?

Sofi Dahl Wallin

Emelie Garefelt

Handledare: Tommy Abrahamsson, SLU Skogsmästarskolan

Examinator: Johan Törnblom, SLU Skogsmästarskolan

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kursansvarig institution: Skogsmästarskolan

Kurskod: EX0938

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2021

Omslagsbild: Tallbestånd i Ångermanlands landskap. Foto: Emelie Garefelt

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Serietitel: Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

Delnummer i serien: 2021:13

Nyckelord: Tillväxt, skogsmark, markfuktighetsklass



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

Sammanfattning

Den bristande tillgängligheten på kväve hämmar många av de boreala och tempererade skogarnas tillväxt. Att gödsla med kväve har visat sig vara en av de mest effektiva produktionshöjande åtgärderna för att öka skogens avkastning. Gödslingsaktiviteten i Sverige kom att öka som mest under 1970-talet. Därefter minskade gödslingsarealen eftersom oro för miljöeffekter så som försurning av vattendrag uppstod.

Syftet med rapporten är att jämföra SCA:s nuvarande arbetssätt med SLU Markfuktighetskarta gällande om gödsla skett på rätt arealer på SCA:s innehav i Ångermanland. För att undersöka gödslingsverkan på olika marker genomförs en fältstudie. Rapporten innefattar även en litteraturstudie om gödslings effekt på fuktiga och blöta marker ur ett produktions- och miljöperspektiv.

Två nya markfuktighetskarter, en klassad och en oklassad, produceras under åren 2020 och 2021 av Sveriges Lantbruksuniversitet. Den klassade kartan är indelad i tre markfuktighetsklasser medan den oklassade kartan anger markfuktigheten på en skala från 0 till 100. Fältmätningarna gjordes med hjälp av referenslinjer i referensområden för respektive bestånd. Linjerna placerades över gränsen för två markfuktighetsklasser med lika många provytor på varje sida av gränsen.

Resultatet visar att referensområdena för den torra, friska och frisk-fuktiga marken har något högre tillväxtkvot i jämförelse med referensområdena för den fuktiga och blöta marken. Majoriteten av provytorna uppfyllde alla sju krav för gödslingsbara bestånd. Den främsta anledningen till att en provyta ej blev godkänd berodde att andelen löv var för hög.

Slutsatserna av arbetet visar att tillväxtskillnaden mellan fuktig och blöt skogsmark och torr, frisk och frisk-fuktig mark är märkbar men liten. SLU Markfuktighetskarta kan precisera gödslingen till där den ger mest effekt men kan komma att minska gödslingsarealer på beståndsnivå.

Nyckelord: Tillväxt, skogsmark, markfuktighetsklass

Abstract

The lack of available nitrogen limits the growth of many of the boreal and temperate forests. Fertilizing with nitrogen has proven to be one of the most effective production-increasing measures to increase forest yields. The fertilization activity in Sweden increased the most during the 1970s. Thereafter, the fertilization area decreased as concerns about environmental effects such as acidification of watercourses arose.

The purpose of the report is to compare SCA's current working methods with the SLU Soil Moisture Map regarding whether fertilization has been made on the right areas on SCA's holding in Ångermanland. To investigate the effect of fertilization on different soils, a field study has been made. The report also includes a literature study on the effect of fertilization on moist and wet soils from a production and environmental perspective.

Two new soil moisture maps, one classified and one unclassified, has been produced during the years 2020 and 2021 by the Swedish University of Agricultural Sciences. The classified map is divided into three soil moisture classes, while the unclassified map indicates soil moisture on a scale from 0 to 100. The field measurements were made using reference lines in reference areas for each area. The lines were placed between the boundary of two soil moisture classes with equal numbers of samples on each side of the boundary.

The results show that the reference areas for the dry, fresh and fresh-moist soil have a slightly higher growth ratio in comparison with the reference areas for the moist and wet soil. Most of the samples met all seven basic requirements for fertilizable stands. The main reason why a sample area was not approved was that the proportion of leaves was too high.

The conclusions of the work show that the growth difference between moist and wet forest soil and dry, mesic and mesic-moist soil is noticeable but small. SLU Soil moisture map can specify the fertilization to where it gives the most effect but may reduce fertilization areas at stock level.

Keywords: Growth, woodland, soil moisture class

Förord

Efter tre år på Skogsmästarskolan och som snart nyexaminerade skogsmästare ser vi fram emot att börja på våra nya jobb. Vi vill tacka skolan och våra kurskamrater för kunskap, vänskap och oförglömliga minnen.

Ett extra tack vill vi rikta till SCA för ett gott samarbete med detta examensarbete. Ola Kårén och Anna Marntell som handlett oss väl genom ämnet och Erik Forsberg som hjälp oss med kartmaterial och lite till. Sist men inte minst vill vi tacka vår handledare Tommy Abrahamsson för god vägledning, stort engagemang och många skratt.

På zoom någonstans i Ångermanland
Maj 2021

Sofi Dahl Wallin
Emelie Garefelt

Innehållsförteckning

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	V
<u>1. INLEDNING</u>	<u>1</u>
1.1 BAKGRUND	1
1.2 SVENSKA CELLULOSA AKTIEBOLAGET (SCA)	1
1.3 SCA:S NUVARANDE ARBETSSÄTT VID UTSÖKNING AV GÖDSLINGSBARA AREALER	2
1.4 MARKFUKTIGHETSKARTOR	2
1.5 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	3
<u>2. MATERIAL OCH METODER</u>	<u>4</u>
2.1 LITTERATURSTUDIEN	4
2.2 OM SLU:S NYA MARKFUKTIGHETSKARTOR	4
2.3 FÄLTSTUDIEN	5
2.1 PROVYTORNAS UTFORMNING	7
2.4 BEGREPPSFÖRKLARING	7
<u>3. RESULTAT</u>	<u>8</u>
3.1 VILKA ÄR EFFEKTERNA AV GÖDSLING PÅ FUKTIG OCH BLÖT SKOGSMARK UR ETT PRODUKTIONS- OCH MILJÖPERSPEKTIV?	8
3.1.1 UTLÄNDSKA STUDIER OM GÖDSLING PÅ FUKTIG OCH BLÖT SKOGSMARK	9
3.2 HUR PÅVERKAS GÖDSLAD AREAL GENOM ATT ANVÄNDA SLU MARKFUKTIGHETSKARTA I JÄMFÖRELSE MED DET ARBETSSÄTT SOM ANVÄNDS NU?	10
3.3 HUR STOR SKILLNAD ÄR DET I GÖDSLINGSEFFEKT PÅ SKOGSMARKER SOM KLASSAS SOM FUKTIGA ELLER BLÖTA JÄMFÖRT MED TORRA, FRISKA OCH FRISK-FUKTIGA I SLU MARKFUKTIGHETSKARTA?	13
<u>4. DISKUSSION</u>	<u>17</u>
4.1 SVAGHETER MED STUDIEN	18
4.2 VIDARE FORSKNING	18
<u>REFERENSER</u>	<u>21</u>
<u>OPUBLICERAT MATERIAL</u>	<u>23</u>
<u>BILAGOR</u>	<u>25</u>
<u>PUBLICERING OCH ARKIVERING</u>	<u>26</u>

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Under det senaste decenniet har andelen avverkad skog i Sverige ökat och i samband med detta har även miljöhänsynen blivit alltmer omfattande. Skogsindustrins ökade behov av råvara är en bidragande faktor till att avverkningarna har ökat samtidigt som efterfrågan på råvara till bioenergi förväntas öka. I början på 2000-talet nådde den årliga avverkningen i Sverige den nivå som uppskattas vara på gränsen till ohållbar. Virkesbalansens positiva differens mellan faktisk och möjlig avverkning har blivit mindre. Detta har resulterat i en debatt om hur tillväxten och möjligheten till avverkningar i svenska skogar kan öka i framtiden (Nilsson et al. 2011).

Den bristande tillgängligheten på kväve hämmar många av de boreala och tempererade skogarnas tillväxt. Att gödsla med kväve har visat sig vara en av de mest effektiva produktionshöjande åtgärderna för att öka skogens avkastning. Det var under 1900-talets mitt som kvävegödsling av skogsmark fick sitt kommersiella genombrott i länder som exempelvis Sverige, Finland, USA och Kanada (From et al. 2015). Gödslingsaktiviteten i Sverige kom att öka som mest under 1970-talet eftersom det var då som både höga produktionsmål och en intensiv skogsskötsel reglerades hårt av den svenska staten. Då gödslades det närmare 190 000 hektar per år. Därefter minskade gödslingsarealen eftersom oro för miljöeffekter så som försurning av vattendrag uppstod. Statens kontroll över högproduktionsskogsbruket minskade och i början på 1990-talet kom produktions- och miljömål att väga lika (Lindkvist et al. 2011). Ytterligare en bidragande faktor var Skogsstyrelsens skärpta krav angående vilka marker som fick gödslas (SkogsSverige 2016). I dagens svenska skogsbruk gödslas mellan 20 000 och 30 000 hektar per år (Pettersson 2017).

Gödsling utförs främst med hjälp av helikopter- eller traktor. För att spridningen sedan ska ske med hög precision används verktyg som GPS och digitala kartor (Skogsstyrelsen 2020). Vid skogsgödsling med kväve används enbart ammoniumnitrat i kombination med dolomit och bor (Skogskunskap 2020).

1.2 Svenska Cellulosa Aktiebolaget (SCA)

Efter sammanslagningen av ett tiotal skogsbolag i norra Sverige bildades SCA i slutet på 1920-talet. Verksamheten äger och förvaltar 2,6 miljoner hektar skog i Sverige varav två miljoner hektar av dessa är produktiv skogsmark. Utöver skogen i Sverige äger SCA även 50 000 hektar i Estland och Lettland. Detta gör dem till norra Europas största privata markägare. Företagskedjan innefattar egna plantskolor, råvaruförsörjning och industriell förädling. Ytterligare en del i SCA:s verksamhet består av virkesinköp samt skogsrådgivning från och till andra privata skogsägare. Större delen av virkesinköpen sker i norra delen av Sverige medan resterande virke köps från Baltikum. Säljverksamheterna förekommer däremot i de flesta delarna av världen (SCA u.å.).

1.3 SCA:s nuvarande arbetssätt vid utsökning av gödslingsbara arealer

SCA har gödslat sin egen skog sedan 1962 (SCA u.å). Gödslingsbara arealer väljs med hjälp av uppgifter i beståndsregistret och kartinformation om hydrologi och skyddade områden för att uppfylla baskrav för gödsling (Kårén 2020). Det finns sju baskrav som skogsmarker måste uppfylla för att vara gödslingsbara. Baskraven är följande:

1. Fastmark och inte torvmark
2. Podsoljordmån
3. Ståndortsindex 13 - 30 meter
4. Minst 80 procent av grundytan ska vara barrträd
5. Som lägst första gallringsskog
6. Ingen avverkning får ske inom tio år efter utförd gödsling
7. Frisk och välsluten skog (Skogskunskap 2020).

SCA skriver i sin gödslingsinstruktion att all skog inte är lämplig att gödsla eftersom gödslingseffekten kan vara för låg eller så kan skogen ur ett miljöperspektiv vara opassande. Utöver ovanstående sju baskrav har SCA ytterligare fyra krav för gödslingsbara arealer som ligger till grund för den förväntade gödslingseffekten. Kraven är följande:

1. Utvecklingsklass ungskog
2. Max 25 procent av avdelningen får vara gödslad de senaste nio åren
3. Markfuktighetsklassen ska vara torr, frisk eller fuktig
4. Jordarten ska vara sandig-moig morän, moig-mjälilig-lerig morän, mellansand, grovmo eller fin mo-mjälilig-lera

Vidare i SCA:s instruktion finns det ytterligare detaljer att anpassa vid val av gödslingsbar areal. Dessa är bland annat att ytor mindre än en hektar samt ytor med en bredd under 25 meter behöver plockas bort. Detta eftersom dessa områden försvårar helikopterarbetet. Sedan 2014 sker all gödsling med helikopter på SCA:s skogsmarker (SCA 2016).

1.4 Markfuktighetskartor

Markfuktighetskartor anger var i landskapet det finns sjöar och vattendrag samt fuktiga och blöta marker. I jämförelse med konventionella kartor visar markfuktighetskartan många fler av landskapets alla vattendrag (SLU 2020). Flygbilder och fältkarteringar som gjordes mellan 1930-talet och 1970-talet utgör grunden för dagens markfuktighetskartor. Fältkartritare kunde namnge sjöar, berg och andra vattendrag med hjälp av boende i områdena. Skogsklädda landskap begränsar däremot kartornas kvalitet eftersom det inte är möjligt att se mindre bäckar och blöta marker genom trädens kronor via en flygbild. Det är däremot möjligt med hjälp av dagens laserkameror. Hela Sverige har laserskannats vilket har ökat tillgången på utförlig information om topografi- och markförhållanden. Det har möjliggjort att en mer exakt markfuktighetskarta har utformats. I

december 2020 släpptes SLU:s nya markfuktighetskarter som visar upp till 79 procent av Sveriges fuktiga och blöta marker (SLU 2020).

Även SCA menar att en ny markfuktighetskarta gör det möjligt att prognosticera var fuktiga och blöta områden finns med större precision. Användandet av SLU Markfuktighetskarta skulle kunna möjliggöra att precisera gödslingen till där den ger mest effekt för insatsen samtidigt som risken för läckage av kväve minskas till grundvattnet (Kårén 2020).

1.5 Syfte och frågeställningar

Syftet med rapporten är att jämföra SCA:s nuvarande arbetssätt med SLU Markfuktighetskarta gällande om gödsling skett på rätt arealer och marker på SCA:s innehav i Ångermanland. För att undersöka gödslingens verkan på olika marker genomförs en fältstudie på utvalda bestånd som gödslats mellan 11 och 21 år sedan. Rapporten innefattar även en litteraturstudie om gödslingens effekt på fuktiga och blöta marker ur ett produktions- och miljöperspektiv.

Följande frågeställningar besvaras i rapporten:

- Vilka är effekterna av gödsling på fuktig och blöt skogsmark ur ett produktions- och miljöperspektiv?
- Hur påverkas gödslad areal genom att använda SLU Markfuktighetskarta i jämförelse med det arbetssätt som används nu?
- Hur stor skillnad är det i gödslingseffekt på skogsmarker som klassas som fuktiga eller blöta jämfört med torra, friska och frisk-fuktiga i SLU Markfuktighetskarta?

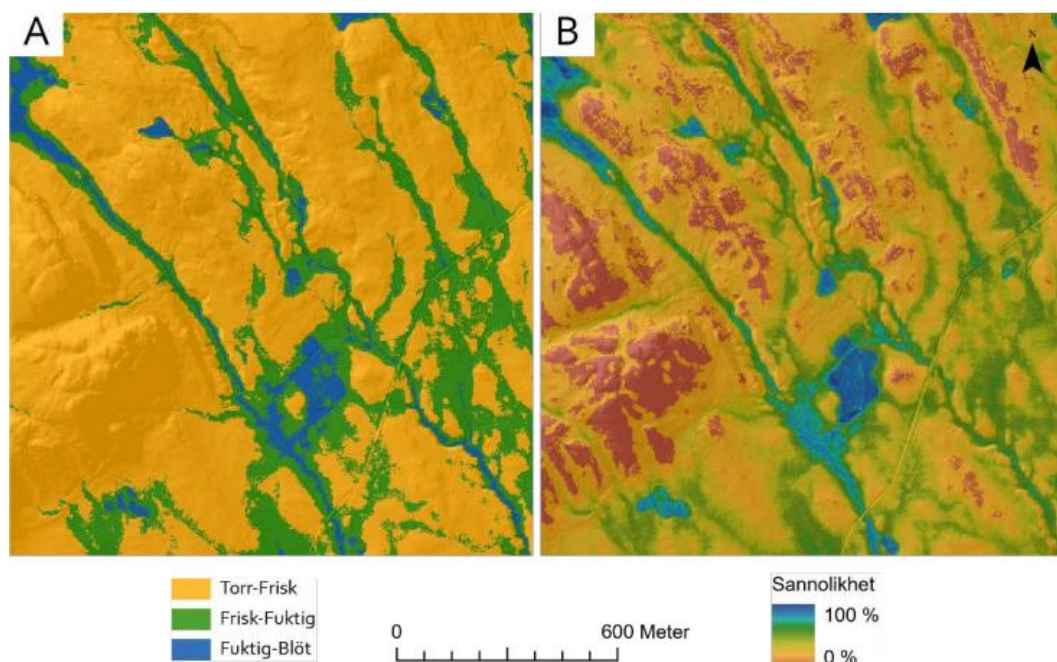
2. Material och metoder

2.1 Litteraturstudien

För litteraturstudiens genomförande har material hämtats från både internetbaserade källor och tryckta källor. Vetenskapliga artiklar har sökts fram med hjälp av SLU Bibliotekets hemsida som studenterna får tillgång till under de år som de studerar på Skogsmästarskolan. Annan information har sedan hämtats från SCA:s egna instruktioner gällande gödsling. Rapporten utformas enligt Skogsmästarskolans rapportmall för examensarbeten.

2.2 Om SLU:s nya markfuktighetskarter

Två nya markfuktighetskarter (figur 1), en klassad och en oklassad, produceras under åren 2020 och 2021 av Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) i samarbete med Skogsstyrelsen, Formas och ett EU-Interreg projekt WAMBAF Tools (SLU 2020). Den klassade kartan är indelad i tre markfuktighetsklasser medan den oklassade kartan anger markfuktigheten på en skala från 0 till 100. Desto lägre värden kartan visar desto torrare är marken och ju högre värden kartan visar desto blötare är marken. Kartans olika färger visar således olika markfuktighetsklasser (Ågren, Lindberg 2020).



Figur 1. A) SLU Markfuktighetskarta Klassad. B) SLU Markfuktighetskarta (Ågren, Lindberg 2020).

Blå områden är troligt fuktiga och blöta under merparten av året. Gröna områden kan däremot variera mer mellan att vara torrare under sommartid och fuktigare under vår och höst. Skogslandskapet har oftast inte markanta skillnader mellan olika markfuktighetsklasser. Detta gör att områden markerade med grön färg riskerar att blandas ihop med intilliggande vattendrag eftersom avrinningen kan

vara hög. Detta är viktigt att ha i åtanke vid exempelvis planering av gödsling för att inte riskera att skada vatten i närområdet (SLU 2020).

2.3 Fältstudien

Studieområdet för insamlingen av fältdata var ett urval av SCA:s gödslade bestånd i Ångermanlands landskap. Tio bestånd har undersökts i Västernorrlands län i närheten av Sollefteå kommun. Bestånden söktes fram ur SCA:s beståndsregister. Kravet för att ett bestånd skulle få ingå i fältstudien var att det skulle ha minst 0,5 hektar sammanhängande fuktig eller blöt skogsmark.

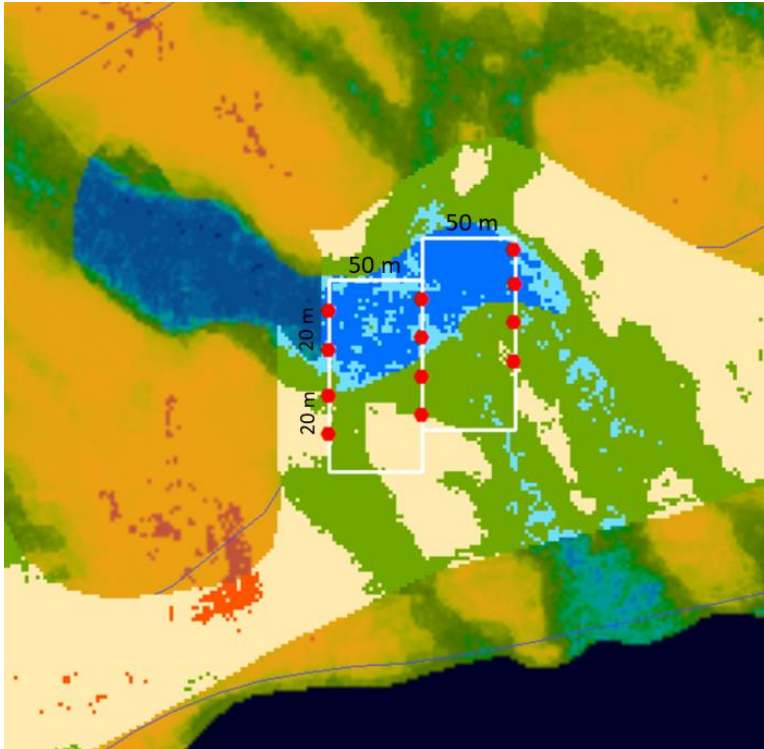
Bestånden gödslades mellan åren 2000 och 2010 och arealen varierade mellan 8 och 38 hektar. Bestånden är inte i samma gallringsfas och en gödslingsareal kan sträcka sig över flera bestånd. Fältarbetet utfördes under perioden 2021-05-03 – 2021-05-18. Figur 2 visar de undersökta bestånden i turkos.



Figur 2. Kartbild över de undersökta bestånden i skala 1:285 000 (SCA 2021).

Fältmätningarna skedde i referensområden för respektive bestånd där provvytor lades ut med 20 meters mellanrum längs med utlagda referenslinjer. Mellan referenslinjerna var det ett avstånd på 50 meter. För att få linjerna parallella med varandra användes rektanglar som utgångslinjer. Linjerna placerades mellan gränsen för två markfuktighetsklasser med lika många provvytor på varje sida av gränsen. Därefter börjar provyteutläggningen tio meter in i vardera referensområde (figur 3). Fuktig och blöt skogsmark utgjorde således det ena referensområdet, referensområde noll. Torr, frisk och frisk-fuktig skogsmark utgjorde det andra referensområdet, referensområde ett. På så vis blev data från provvyterna jämförbart markfuktighetsklasserna emellan. Avståndet mellan

provytorna mättes med hjälp av ett måttband. Datat samlades i en fältblankett utformad i Microsoft Excel (bilaga 1).



Figur 3. Illustration i skala 1:2 500 över hur referenslinjerna i vitt såg ut med utlagda provytor i rött (SCA 2021).

Det material som behövdes för att genomföra fältarbetet är:

- Fältblankett
- SLU Markfuktighetskarta (oklassad)
- Barkmätare
- ArcMap (SCA:s kartsystem)
- Jordsond
- Relaskop
- Höjdmätare
- Måttband
- Talmeter
- Kompass
- Tillväxtborr
- Skruvdragare
- Årsringsmätare
- Fältdator med kartmaterial och GPS
- Boken "Bonitering, del 2" (diagram och tabeller)

2.1 Provytornas utformning

Centrumpunkten för provytorna bestämdes som utgångspunkt för mätningarna. Punkten bedömdes om den uppfyllde gödslingens sju baskrav och om inte noterades detta. Provytan genomfördes ändå med krav på att det fanns två övrehöjdsträd att bestämma ståndsortsindex med. Om det inte fanns två lämpliga övrehöjdsträd flyttades provytan med tio meter. Relaskop användes för att bestämma den grundytevägda trädslagsblandningen. Jordsonden användes för att bestämma jordartens textur och jordmån. Andra ståndortsfaktorer som bestämdes var markvegetationstyp, markfuktighetsklass och rörligt markvatten. Detta gjordes med hjälp av instruktionerna i boniteringsboken.

Två övrehöjdsträd identifierades subjektivt inom en tio meters radie varpå brösthöjdsåldern borrades med tillväxtborr och en ålder bestämdes. För att underlätta arbetet användes en skruvdragare tillsammans med tillväxtborren. Trädens diameter mättes med talmeter. Höjden mättes med höjdmätare och ett ståndortsindex bestämdes därefter med hjälp av boniteringsboken. Den totala årsringsbredden före och efter gödsling mättes med hjälp av en årsringsmätare. Utöver de två övrehöjdsträden borrades, diametermättes och årsringsmättes ytterligare två provträd. Dessa provträd fick inte vara undertryckta. För att kunna beräkna diametern under bark mättes barktjockleken med barkmätare. Resultatet redovisades sedan på beståndsnivå och ett medelvärde för mätningarna av årsringarna i samtliga referensområden räknades fram för beståndet.

2.4 Begreppsförklaring

- *Torr mark*, grundvattenytan ligger djupare än två meter (SLU 2020)
- *Frisk mark*, grundvattenytan är i genomsnitt belägen på ett djup på en till två meter (SLU 2020)
- *Frisk-fuktig mark*, grundvattenytan är i genomsnitt belägen på mindre djup än en meter (SLU 2020)
- *Fuktig mark*, grundvattenytan är i genomsnitt belägen på ett mindre djup än en meter (SLU 2020)
- *Blöt mark*, grundvattnet bildar permanenta vattensamlingar i markytan (SLU 2020)
- *Avrinningsområde*, den del där vatten från nederbörd avrinner till ett annat vattendrag. Alla utsläpp som sker i närhet av avrinningsområdet påverkar områdets vattenmiljö (Mälarens vattenvårdförbund u.å.)
- *Grundvatten*, bildas när nederbörd tränger genom marken och utgör sedan den underjordiska delen av vattnets kretslopp (Skogskunskap u.å.)
- *Markvatten*, andelen markvatten avgör markens fuktighet från markytan ner till grundvattnet (SMHI 2018)
- *Podsoljordmån*, en av de vanligaste jordmånstyperna i Sverige. Den innehåller få näringsämnen och förblir tydligt skiktad eftersom dagmaskar inte blandar den (Skogskunskap u.å.).

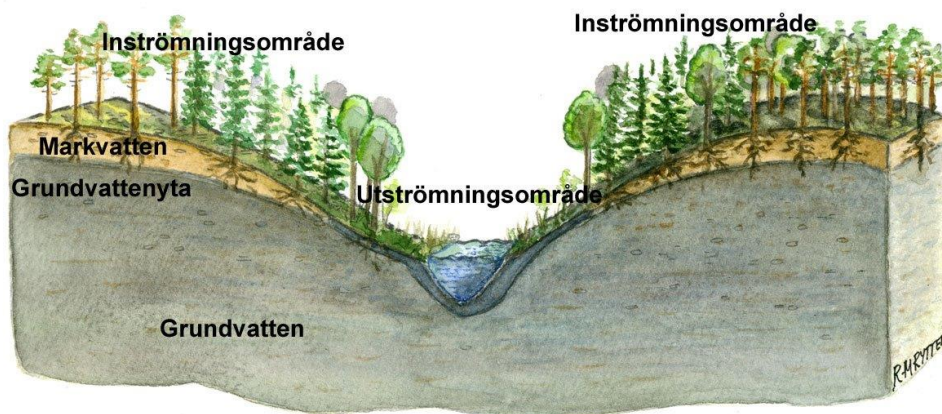
3. Resultat

3.1 Vilka är effekterna av gödsling på fuktig och blöt skogsmark ur ett produktions- och miljöperspektiv?

Vid tillförseln av kväve ökar näringstillgången i marken vilket även resulterar i att trädens barrmassa blir större. Detta har en positiv inverkan på trädens förmåga att dra nytta av solljuset (Näslund et al. 2013). Resultatet av detta blir att tillväxten kan öka med upp till 20 skogskubikmeter per hektar under en period på tio år. Det kan jämföras med medeltillväxten för ogödslade bestånd som varierar mellan 3 skogskubikmeter i norra Norrland till 8,6 skogskubikmeter i Götaland (Skogskunskap 2020).

Gödslingen har varierande effekt på olika trädslag. Eftersom björken byter lövskrud varje år blir tillväxtperioden kortare och upp till 50 procent lägre i jämförelse med barrträd som gran och tall. Granens barr har en livslängd på fem till tio år och tallens barr en livslängd på tre till fem år (Näslund et al. 2013). Vidare menar Ola Kårén på SCA (2020) att gödslingseffekten ofta är sämre på fuktiga och blöta marker just på grund av hydrologin. Fuktiga och blötare marker innehåller även mer löv än det omgivande beståndet varpå dessa bör undvika att gödglas. Ett av SCA:s egna grundkrav för att ett bestånd ska vara gödslingsbart är att lövandelen i beståndet inte får överstiga 20 procent. Detta eftersom lövträd inte får samma gödslingseffekt som barrträd (SCA u.å.).

I slutet på 1990-talet uppkom fyra nya nationella miljökvalitetsmål: Ingen övergödning, Bara naturlig försurning, Levande sjöar och vattendrag samt Myllrande våtmarker. Skogsgödsling med kväve kan försvåra arbetet med att uppfylla dessa mål och direktiv. Gödslingsingreppen ökar risken för att kväveläckage ska ske till markvattnet framför allt i samband med skogsvårdsåtgärder och andra störningar som stormfällning. Faktorer som dessa påverkar trädens förmåga att ta vara på näringsämnen. Risken för kväveläckage är också större om den sker i yngre och äldre skogar på grund av deras lägre tillväxt. Störst är dock risken för läckage av kväve om gödslingen sker i direkt kontakt med vattnets utströmningsområden (Näslund et al. 2013). I Skogsstyrelsens rapport "Effekter av kvävegödsling på skogsmark" (2014) beskrivs det att ett utströmningsområde utgör ungefär tio procent av ett avrinningsområde där transport av markvattnet sker ut ur avrinningsområdet. I utströmningsområdena är ofta grundvattennivån hög och ytlig vilket gör bestånd inom dessa områden olämpliga som gödslingssvård areal ur kväveläckagesynpunkt. Detta eftersom tillgången på kväve redan är hög samtidigt som risken för transport av kväve till närliggande vattendrag ökar. Vidare menar Skogsstyrelsen att om delar av ett avrinningsområde ska gödglas så borde dessa områden vara de så kallade inströmningsområdena (figur 4). Där sker transporten av markvattnet tillbaka in i avrinningsområdet.



Figur 4. Olika typer av vatten (Rytter 2020).

Enligt handledningen ”Skogsbruk med hänsyn till vatten” från Skogforsk (2008) ökar kvävegödsling normalt halten av ammonium och nitrat i skogens vattendrag upp till två år efter åtgärden. För mindre vattendrag och sjöar har detta negativa konsekvenser eftersom produktionen av alger i vattnet kan öka samtidigt som växterna omkring kan komma att bli högre. Vid nedbrytningen av dessa kan syrgasförhållandena bli sämre för vattnets levande organismer. Allt för höga ammoniumhalter i vatten kan orsaka fiskdöd. Det är dock först vid mycket höga doser av gödsling som ett omfattande kväveläckage förväntas påverka omgivande hav negativt.

Effekterna av kvävegödsling behöver således inte bara vara negativa för miljön. Skogens balans av växthusgaser påverkas positivt eftersom trädens förmåga att ta vara på koldioxid ökar. Gödslingen bidrar även till att markens förnäringsbrytning blir långsammare vilket medför att markens kolinlagring ökar. Den ökade kolhalten bidrar till markens vattenhållandeförmåga som sedan är en av faktorerna som bidrar till ökad tillväxt. Om den ökade tillväxten används för att ersätta byggnadsmaterial som stål och betong samt fossila bränslen kan klimatet påverkas positivt ytterligare (Näslund et al. 2013).

3.1.1 Utländska studier om gödsling på fuktig och blöt skogsmark

När skogsgödslingen blev som mest aktuellt i Sverige var även Finland i stort behov av virkesråvara. För att återställa virkesbalansen startade landet MERA-programmet i syfte att kraftigt öka skogens tillväxt. Programmet bestod av att miljontals hektar torvmarker dränerades och gödslades. Frågan varför Finland kom att gödsla sina blöta torvmarker medan Sverige gödslade sina torra fastmarker diskuterade Stig Hagner i sin bok ”Skog i förändring” (2005). Han menade att torvmarkerna i Finland i genomsnitt är belägna på lägre höjder än de svenska torvmarkerna. Varpå detta var en av anledningarna till att de finska torvmarkerna hade bättre förutsättningar för att bära produktiv skog. Dessutom gav dikningen av torvmarkerna i Finland ett bättre resultat än i Sverige.

Enligt en amerikansk artikel från 2008 ökade gödslingsaktiviteten i USA mycket under 1990-talet. Denna ökning skapade oro även här kring vilka effekter som en intensiv skogsgödsling skulle kunna medföra på vatten och dess kvalitet. Samma artikel konstaterar vikten av att gödslingsmedlen hamnar på rätt marker. Hur mycket ett vattendrag påverkas efter en gödslingsåtgärd beror på mängden gödselmedel och om medlet hamnar i direkt anslutning till markens avrinningsområden. Även tidpunkten för gödslingen är viktig. Åtgärden bör utföras under sommarmånaderna eftersom trädens förmåga att uppta näringsämnen är som högst under denna tid. Dessutom är vattnets avrinning lägre under dessa månader. Artikeln nämner även att kortvariga ökningar av näringsämnen sker om gödselmedel hamnar i direkt kontakt med vatten. Detta följt av en snabbare avrinning nedströms. Slutsatserna för den utförda studien menar dock att den gödsling som utgörs i skogsbruket i allmänhet har en liten inverkan på vattnets kvalitet. Framför allt i jämförelse med jordbruket som gödslar sina marker årligen. I USA gödslas en tallskog oftast bara en gång under en omloppstid vilket innebär att majoriteten av näringsämnena tas upp av jord och skog. Slutligen konstaterades det att buffertzoner längs vatten och vattendrag minskar potentiella risker för försämring av vattnets kvalitet (McBroom et al. 2008).

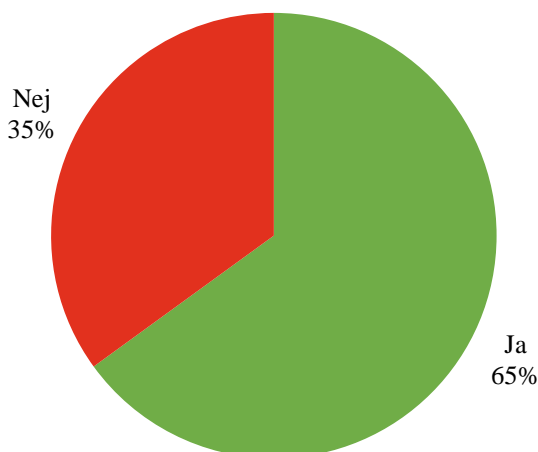
3.2 Hur påverkas gödslad areal genom att använda SLU Marfuktighetskarta i jämförelse med det arbetssätt som används nu?

Tabell 1 redovisar arealfördelningen över samtliga markfuktighetsklasser i de besökta bestånden. Den sammanlagda gödslade arealen uppgick till 197,46 hektar varav 8,42 hektar utgjordes av blöt skogsmark eller öppet vatten. Detta motsvarade 4,3 procent av den totala arealen för bestånden. Enligt SCA:s egen gödslingsinstruktion ska inte blöt mark eller öppet vatten gödslas. Dock var dessa siffror endast de registrerade ytorna utifrån polygonerna i SCA:s kartdata. Huruvida dessa var den faktiska gödslade arealen framgick inte i det material som tillhandahölls vid skrivandet av denna rapport.

Tabell 1. Översikt över de besökta beståndens areal- och markfuktighetsklassfördelning. Färgskalan i tabellhuvudet motsvarar färgerna i SLU Markfuktighetskarta.

Bestånd	Torr	Frisk	Frisk-fuktig	Fuktig	Blöt	Öppet vatten	Areal
1		3,93	22,90	4,11	1,17		32,12
2	0,06	4,07	4,77	0,72	0,49	0,03	10,14
3	0,31	5,33	5,61	1,24	0,89		13,37
4	0,99	24,38	11,33	0,96	0,30		37,96
5	0,00	10,00	9,15	0,55	0,59		20,29
6	1,32	10,56	5,57	1,01	2,40	0,24	21,10
7	0,13	4,24	2,39	0,67	0,59		8,03
8	0,15	13,68	6,45	2,48	0,72		23,48
9	0,94	9,45	6,22	1,10	0,44		18,16
10	0,54	8,80	1,93	0,98	0,56		12,81
Totalsumma, hektar:	4,44	94,45	76,33	13,83	8,15	0,27	197,46

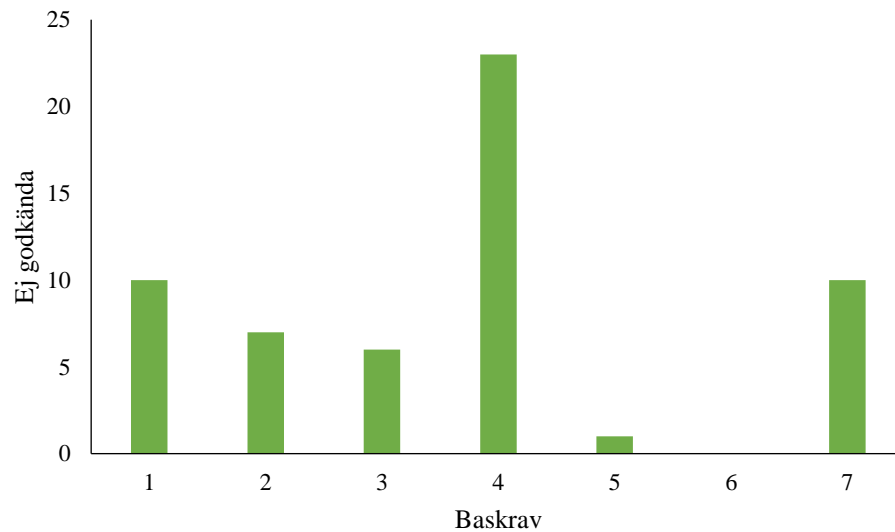
Utöver ovanstående bedömning, bedömdes även alla provytor i fält huruvida de uppfyllde de sju baskrav som ett bestånd bör uppfylla för att vara en lämplig gödslingsareal. Av figur 5 framgår det att majoriteten av provytorna uppfyllde alla sju baskrav.



Figur 5. Andelen provytor (n = 100) som uppfyllde och ej uppfyllde baskraven.

Vilka baskrav som uppfylldes och ej uppfylldes varierade provytorna emellan vilket går att utläsa av figur 6. Den främsta anledningen till att en provyta ej blev godkänd berodde på baskrav fyra. Baskrav ett och sju var de två näst mest förekommande anledningarna till ej godkända provytor. Nedan syns en förklaring av de sju baskraven samt en tabell över fördelningen av dessa bland de besökta provytorna:

1. Fastmark och inte torvmark
2. Podsoljordmån
3. Ståndortsindex 13 - 30 meter
4. Minst 80 procent av grundytan ska vara barrträd
5. Som lägst första gallringsskog
6. Ingen avverkning får ske inom tio år efter utförd gödsling
7. Frisk och väsluten skog (Skogskunskap 2020).



Figur 6. Fördelningen mellan ej godkända provytor (n = 39).

För att visa exempel mellan godkända och ej godkända provytor fotades ett bestånd där det fanns tydliga skillnader mellan referensområdena. Figur 7 föreställer samma bestånd längs samma referenslinje. Bild A var en ej godkänd provyta som visade ett referensområde för fuktig och blöt skogsmark. Bild B var en godkänd provyta som visade ett referensområde för torr, frisk och frisk-fuktig mark.



Figur 7. A) Ej godkänd provyta B) godkänd provyta

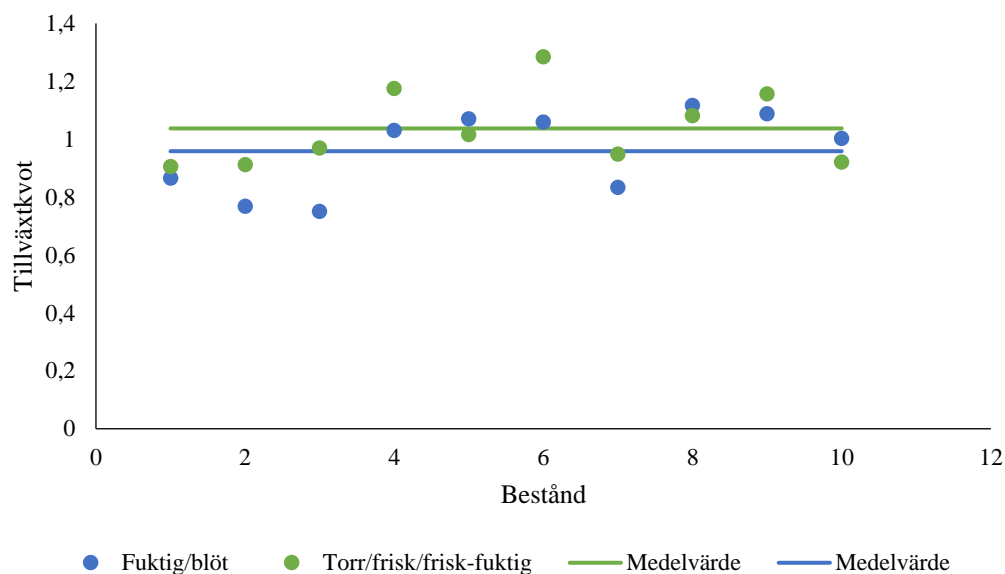
3.3 Hur stor skillnad är det i gödslingseffekt på skogsmarker som klassas som fuktiga eller blöta jämfört med torra, friska och frisk-fuktiga i SLU Markfuktighetskarta?

Totalt finns data från 369 provträd av gran eller tall. Presenterat i tabell 2 finns information som beskriver samtliga tio bestånd där data är presenterat som medelvärden av informationen från provytorna. Beståndens ålder varierade mellan 50 och 87 år och medelhöjden (övre höjdsträden) varierade mellan 16,9 och 20,3 meter. Beståndens medeldiameter varierade mellan 16,7 och 23,2 centimeter på bark. Den mest förekommande markvegetationstypen var lingotyp.

Tabell 2. Beståndsinformation baserat på medelvärden av samtliga provtyper per bestånd.

Bestånd	Koordinat, provyta 1	Bröst höjdsålder, år	Medel höjd, m	Medel diameter, cm	Ståndortsindex, m	Mark-vegetationstyp
1	63 17 48 N, 17 20 59 E	60	17,3	17,0	T18	LING
2	63 18 21 N, 17 23 14 E	63	17,7	19,7	T20	LING
3	63 16 1 N, 17 22 49 E	74	15,4	16,9	G18	LING
4	62 59 59 N, 17 18 21 E	74	17,7	18,8	G24	LING
5	63 9 41 N, 16 58 4 E	50	18,2	18,8	G24	LING
6	63 17 47 N, 17 21 30 E	74	18,2	16,9	T16	LING
7	63 14 34 N, 16 32 28 E	87	20,3	23,2	G22	BLÅ
8	62 59 52 N, 17 13 7 E	76	19,5	17,9	T20	LING
9	63 16 50 N, 16 36 55 E	79	17,4	19,8	T18	BLÅ
10	63 20 52 N, 17 28 6 E	59	16,9	16,7	T20	LING

Gödslingseffekten är mätt med hjälp av en tillväxtkvot som upprättats från data i förhållande till hur många millimeter ett träd har vuxit före och efter tillfället vid gödsling. Resultatet av figur 8 tydde på att referensområde ett för den torra, friska och frisk-fuktiga marken har högre tillväxtkvot i jämförelse med referensområde noll för den fuktiga och blöta marken. Medeltillväxtkvoten för referensområde ett var 1,037 medan kvoten för referensområde noll var 0,959. Störst skillnad mellan referensområdena fanns i bestånd sex och minst skillnad fanns i bestånd åtta. I tre av tio bestånd har tillväxtkvoten varit högre i referensområde noll.



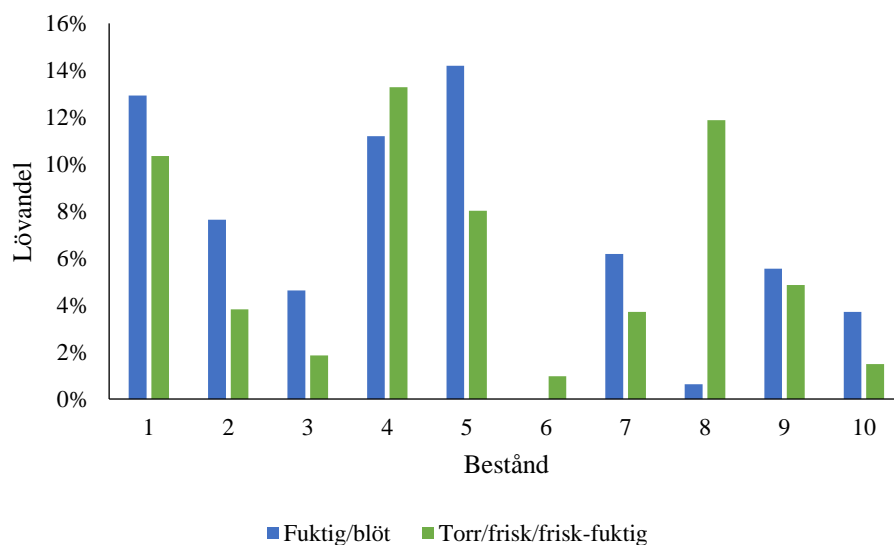
Figur 8. Tillväxtkvoten redovisad på beståndsnivå (n = 10) samt respektive referensområde.

För att undersöka om bestånden innehöll rätt andel löv undersöktes den grundtyevägda trädslagsblandningen på samtliga tio provvytor. Tabell 3 redovisar beståndens genomsnittliga trädslagsblandning i referensområdena i procent. Tre av tio bestånd innehöll mer än 20 procent löv vilket innebär att baskravet om andelen på minst 80 procent barrträd inte uppfylldes.

Tabell 3. Referensområdenas procentuella trädslagsblandning.

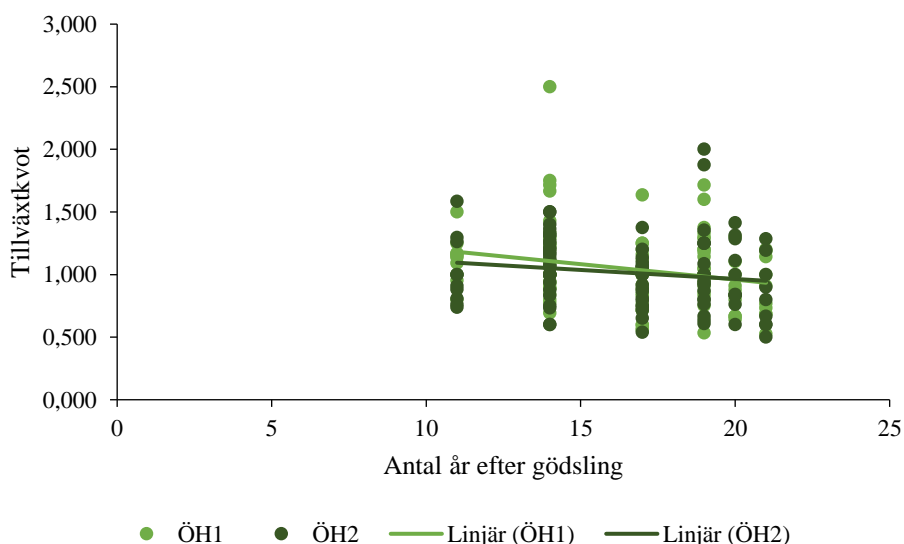
Bestånd	T	G	L
1	41%	37%	22%
2	60%	25%	15%
3	38%	44%	18%
4	26%	48%	26%
5	29%	51%	21%
6	69%	24%	8%
7	6%	83%	11%
8	44%	43%	13%
9	45%	43%	13%
10	72%	20%	8%

Diagrammet i figur 9 visar lövträdens fördelning över bestånden mellan referensområde ett och noll. I sju av tio bestånd fanns det mer lövträd i referensområde noll än ett. Bestånd som skiljde sig från resterande var bestånd sex och åtta. Bestånd sex innehöll enbart en procent lövträd på tio provvytor. I bestånd åtta fanns mer löv i referensområde ett. Förklaringen till detta beror på att beståndet dikats vilket kan ha påverkat markfuktigheten. Provytor som enligt SLU Markfuktighetskarta borde varit fuktiga eller blöta klassades i fält som friska eller frisk-fuktiga.



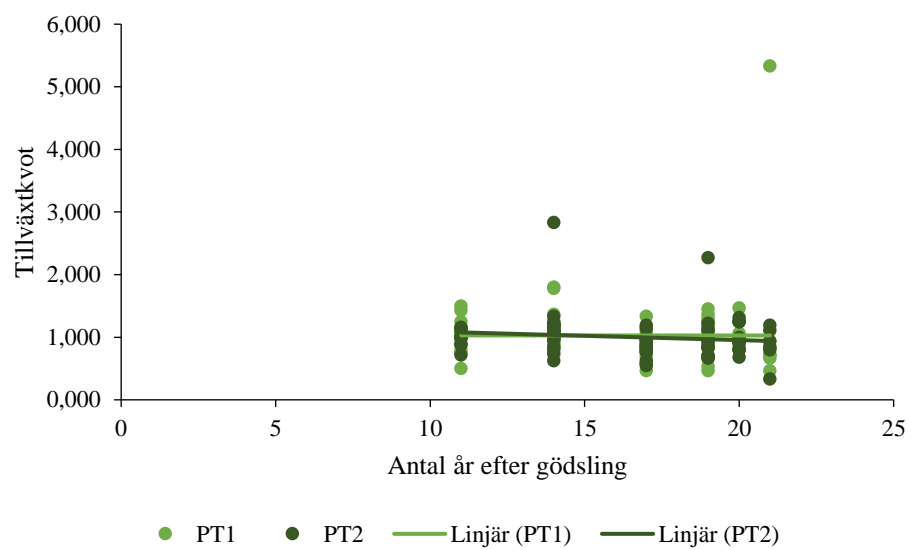
Figur 9. Andel lövträd per bestånd i respektive referensområde.

För att undersöka tillväxtkvotens korrelation med antal år som gått efter gödsling upprättades figur 10 och 11. Figur 10 visar korrelationen hos provytornas överhöjdsträd medan figur 11 visar korrelationen hos provträden. Av båda figurerna går det att utläsa att tillväxtkvoten minskar ju längre tid som gått efter gödslingstillfället. Skillnaden är större hos överhöjdsträden än provträden. Överhöjdsträdet med en tillväxtkvot på 2,5 avviker sig från resterande eftersom det visade sig ha vuxit åtta millimeter före gödsling medan det efter gödsling vuxit 20 millimeter.



Figur 10. Överhöjdsträdens tillväxtkvot i förhållande till antal år efter gödsling.

Figur 11 påvisar fler avvikande träd i jämförelse med figur 10. Provträdet med en tillväxtkvot på 5,333 har högst avvikelse där trädet vuxit tre millimeter före gödsling och 16 millimeter efter gödsling.



Figur 11. Provrädens tillväxtkvot i förhållande till antal år efter gödsling.

4. Diskussion

Att skogsgödsling bör koncentreras till marker som är torra och friska är känt sedan tidigare och även något som påvisas i denna studie. Detta eftersom det är på dessa marker som åtgärden ger mest effekt i jämförelse med fuktiga och blöta marker. Av resultatet går det att utläsa att gödslingen påverkar barrträdens tillväxt mer än lövträdens. Även detta är ett tecken på att torra och friska marker gör sig bättre som gödslingsbestånd eftersom andelen lövträd tycks öka på fuktigare marker. Ytterligare en anledning till att undvika fuktiga och blöta marker är att risken för kväveläckage till grundvattnet minimeras. Där gödslingen utförs på rätt marker har den å andra sidan ett flertal positiva effekter framför allt kopplade till trädens tillväxt. För att nå dessa effekter krävs planering vilket underlättas med hjälp av SLU Markfuktighetskarta eftersom den visar fler av landets blötare marker och tillhörande områden. Med en bättre markfuktighetskarta är det alltså möjligt att precisera gödslingen till där den ger mest positiv effekt samtidigt som vatten och vattendrag kan undvikas lättare med hjälp av buffertzoner på rätt avstånd.

Frågeställning två handlar om huruvida den gödslade arealen på SCA:s innehav hade kunnat förändras med hjälp av markfuktighetskartan. Genom att utläsa kartan rakt av med hjälp av gödslingarnas polygoner har närmare tio hektar blöt mark eller öppet vatten gödslats. Om stor del av gödselmedlet då hamnat i ett mindre vattendrag kan det bidra till en ökad produktion av alger samt att växtligheten kring vattnet blir högre. Dock är det svårt att säga om detta har skett eftersom det inte är något som framgår i materialet. Vad som går att utläsa ur materialet är att det till och med 2014 även utfördes traktorgödslingar. En traktor borde inte kunna framföras på sådana blöta marker utan att köra fast. Om så är fallet är det högst troligt att dessa inte blivit gödslade.

Ett högre lövinslag var anledningen till att många provytor ej uppfyllde SCA:s baskrav. Varför löv inte är önskvärt att gödsla beror enligt tidigare studier på en kortare tillväxtperiod i jämförelse med barrträd. Att gödsla skogar med hög andel löv innebär då att stora delar av gödslingsåtgärden inte nyttjas till sin fulla potential. Detta kostar i sin tur både tid och pengar som hade kunnat fokuserats på andra åtgärder. SLU Markfuktighetskarta visar inte hur hög andel löv som finns i beståndet men utifrån resultatet går det att utläsa att lövträden verkar koncentrera sig till de platser som kartan visar är fuktiga eller blöta. Dessutom kan man med hjälp av andra kartor eller hjälpmedel finna lövrika delar av bestånd som i sådana fall kan undvikas.

Tillväxtkvoten upprättades för att se om det fanns någon skillnad bland trädens tillväxt mellan de två referensområdena. Resultatet visade skillnad mellan områdena om än liten. Detta kan betyda att gödslingseffekten på fuktig och blöt mark fortfarande har samma tillväxteffekt som på torr och frisk mark. Däremot har träd som växer i fuktig och blöt mark i regel lägre dimensioner i jämförelse med träd som växer på torra och friska marker. Generellt växer det alltså sämre på fuktiga och blöta marker vilket gör att tillväxten utvecklas långsammare.

Angående att tillväxtkvoten verkar minska ju längre tid det gått sedan gödslingen utfördes kan bero på att gödslingens påverkan på beståndet avtar med tid. Enligt resultatet har övrehöjdsträden en mer minskande tillväxtkvot ju längre tid det gått efter gödslingen i jämförelse med provträden. En orsak till detta hade kunnat vara att övrehöjdsträden tidigare når en grövre diameter som sedan avtar i takt med att trädet blir äldre. Provträden som inte tillhör de härskande träden verkar däremot ha en tillväxtkvot som minskar mer jämnt. Detta kan i sin tur bero på att de får svårare att konkurrera med de allra grövsta träden i beståndet. Dock finns det även provträd som enligt datat verkar ha reagerat stark på gödslingen då det finns ett par avvikande punkter i framför allt figur 10. Detta kan också bero på felskrivningar som skett under fältarbetet.

Användandet av SLU Markfuktighetskarta har underlättat arbetet samtidigt som den upplevs vara tillförlitlig. Det är endast vid enstaka tillfällen som kartan inte stämmer överens med verkligheten. Ett exempel är det beståndet som blivit dikat. Detta var alltså inget som kartan kunde känna av men som kan vara viktigt att ha i åtanke vid framtida gödslingsåtgärder. SLU Markfuktighetskarta kan komplettera skogsbrukets övriga kartor väl i och med sin träffsäkerhet. Dock är det viktigt att ej förglömma vikten av fältbesök. Kartor är bra komplement vid till exempel planeringsåtgärder men de kan fortfarande inte berätta allt om ett bestånds egenskaper. Att bara lita på en kartbild kan leda till att viktiga faktorer missas.

4.1 Svagheter med studien

Att ha i beaktande vid tolkningen av resultatet från fältstudien är att data endast samlats in från referensområden ur varje bestånd. Dessutom har bestånden olika åldrar samt att de befinner sig i olika utvecklingsfaser eftersom de har både gallrats och gödslats vid olika tidpunkter. Dessutom hade ett bestånd dikats vilket hade påverkat beståndets egenskaper. För att ha fått ett tydligare resultat borde bestånden ha varit mer likvärdiga. Ytterligare en aspekt som hade kunnat ge ett tydligare resultat hade varit att undersöka fler bestånd över en större geografisk areal. Bestånden hade dessutom varit enklare att jämföra med varandra om årsringsbredden mätts med samma tidsspann både före och efter gödsling på exempelvis tio år. Detta kan ha gett ett missvisande resultat eftersom gödslingarna utförts olika år.

4.2 Vidare forskning

För att utveckla och göra en liknande undersökning som denna krävs förslagsvis större geografisk spridning samt fler bestånd för fältarbetet. Dessa bestånd bör vara likvärdiga gällande ålder, utförda gallringar samt gödslingsår. För att utveckla studien ytterligare skulle lövet ingå i studien precis som gran och tall. Detta för att kunna se tillväxten före och efter gödsling för samtliga trädslag i bestånden.

Slutsatserna av denna undersökning visar att:

- Tillväxtskillnaden mellan fuktig och blöt skogsmark och torr, frisk och frisk-fuktig mark är märkbar men liten
- SLU Markfuktighetskarta kan precisera gödslingen till där den ger mest effekt men den kan komma minska gödslingsarealer på beståndsnivå
- Lövandelen är generellt högre på fuktiga och blöta marker

Referenser

From, F., Strengbom, J., Nordin, A. (2015) Residual Long-Term Effects of Forest Fertilization on Tree Growth and Nitrogen Turnover in Boreal Forest. *Forests*, 6 (4).

<https://doi.org/10.3390/f6041145>

Hagner, S (2005). *Skog i förändring – Vägen mot ett rationellt och hållbart skogsbruk i Norrland ca 1940 – 1990*. Sundsvall: Enheten för de Areella Näringarnas historia (ANH)

Hägglund, B. & Lundmark, J-E. (2013). *Bonitering Del 2 Diagram och tabeller*. 6 uppl., Jönköping: Skogsstyrelsen

Högberg, P., Larsson, S., Lundmark, T., Moen, J., Nilsson, U. & Nordin, A. (2014). *Effekter av kvävegödsling på skogsmark*. Jönköping: Skogsstyrelsen. <https://cdn.abicart.com/shop/9098/art21/21622621-7293fb-1857.pdf> [2021-02-15]

Lindkvist, A., Kardell, Ö. & Nordlund, C. (2011). Intensive Forestry as Progress or Decay? An Analysis of the Debate about Forest Fertilization in Sweden, 1960–2010. *Forests*, 2 (1).

<https://doi.org/10.3390/f2010112>

McBroom, M. W., Beasley, R. S., Chang, M. & Ice, G. G. (2008). Water Quality Effects of Clearcut Harvesting and Forest Fertilization with Best Management Practices. *Journal of Environmental Quality*, 37, (1).

<https://doi.org/10.2134/jeq2006.0552>

Mälarens vattenvårdsförbund (u.å.). Vad är ett avrinningsområde? <https://www.malaren.org/malaren/malaren-och-dess-naromrade/kort-fakta/vad-ar-ett-avrinningsomrade/> [2021-03-10]

Nilsson, U., Fahlvik, N., Johansson, U., Lundström, A. & Rosvall, O. (2011). Simulation of the Effect of Intensive Forest Management on Forest Production in Sweden. *Forests*. 2 (1).

<https://doi.org/10.3390/f2010373>

Pettersson, F (2017). Skogsgödsling ger klimatvinst och ökad lönsamhet. Skogforsk.

<https://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2017/skogsgodsling-ger-klimatvinst-och-okad-lonsamhet/> [2021-01-22]

Ring, E., Löfgren, S., Sandin, L., Högbom, L., Goedkoop, W., Bergkvist, I. & Berg, S (2008). *Skogsbruk med hänsyn till vatten – En handledning från Skogforsk*. Uppsala: Institutionen för vatten och miljö, SLU.

Rytter, R. (2020). *Olika typer av vatten*. [illustration]. Tillgänglig:
<https://www.skogskunskap.se/hansyn/vatten-och-mark/om-hansyn-till-vatten-och-mark/vatten-i-sverige/> [2021-02-15]

SCA (u.å.). *Koncernen SCA*.
<https://www.sca.com/sv/om-oss/Detta-ar-sca/affarsomraden--stodjande-enhet/koncernen/> [2021-03-08]

SCA (u.å.). *Gödsling*.
<https://www.sca.com/sv/skogsagare/skota-skogen/godsla/> [2021-02-15]

SCA (u.å.). *Vår historia*.
<https://www.sca.com/sv/om-oss/Detta-ar-sca/var-historia/> [2021-03-08]

SCA (u.å.). *Vår skog*.
<https://www.sca.com/sv/om-oss/var-skog/> [2021-03-08]

SCA (u.å.). *Skogsförvaltning & lokalkontor*.
<https://www.sca.com/sv/om-oss/Detta-ar-sca/vara-verksamheter/vara-verksamheter/skogsforvaltning--lokalkontor/> [2021-03-08]

SCA (u.å.). *Visst vill du se din skog växa?*
<https://www.sca.com/sv/skogsagare/skogliga-tjanster/skogsgodsling/>
[2021-02-02]

Skogskunskap (2020). *Gödsling*.
<https://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/slutavverka/godsling/> [2021-01-21]

Skogskunskap (2020). *Hur snabbt växer skogen?*
<https://www.skogskunskap.se/aga-skog/skogsbrukets-grunder/skogsbrukets-grunder/hur-snabbt-vaxer-skogen/> [2021-02-15]

Skogskunskap (2020). *Lönsamheten i gödsling*.
<https://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/slutavverka/godsling/lonsamheten-i-godsling/> [2021-02-15]

Skogskunskap (u.å.). *Ordlista*.
<https://www.skogskunskap.se/ordlista/g/#wa> [2021-03-10]

Skogskunskap (2020). *Skogsgödsling*.
<https://www.skogskunskap.se/hansyn/vatten-och-mark/praktiska-rad-for-hansyn-till-vatten/skogsgodsling/> [2021-02-18]

Skogsstyrelsen (2020). *Att gödsla*.
<https://www.skogsstyrelsen.se/bruka-skog/godsling/att-godsla/> [2021-01-22]

SkogsSverige (2016). *Skogsgödsling*.
<https://www.skogssverige.se/skog/for-skogsagaren/skogsgodsling> [2021-03-08]

SLU (2020). *Forskare gör kartrevolution med miljödata och AI*
<https://www.slu.se/ew-nyheter/2020/12/forskare-gor-kartrevolution-med-miljodata-och-ai/> [2021-01-21]

SLU (2020). *Guide för markfuktighetskarter kan användas i skogsbruket.*
<https://internt.slu.se/nyheter-originalen/2020/6/markfuktighetskarta/> [2021-01-21]

SLU (2020). *Här finns kartorna.*
<https://www.slu.se/institutioner/skogens-ekologi-skotsel/forskning2/markfuktighetskarter/har-finns-kartorna/> [2021-02-04]

SLU (2020). *Markfuktighet.*
<https://www.slu.se/miljoanalys/statistik-och-miljodata/miljodata/webbtjanster-miljoanalys/markinfo/markinfo/standort/markfuktighet/> [2021-03-10]

SLU (2020). *Om SLU Markfuktighetskarta.*
<https://www.slu.se/institutioner/skogens-ekologi-skotsel/forskning2/markfuktighetskarter/om-slu-markfuktighetskarta/> [2021-02-04]

SLU (2020). *SLU:s markfuktighetskarta med respektive färgförklaring.* [kartbild].
Tillgänglig: <https://www.slu.se/institutioner/skogens-ekologi-skotsel/forskning2/markfuktighetskarter/om-slu-markfuktighetskarta/> [2021-02-04]

SMHI (2018). *Markvatten.*
<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/markvatten-1.4547> [2021-03-10]

Näslund, B., Stendahl, I., Samuelsson, H., Karlsson, L., Kock Hansson, G., Svensson H. & Engvall, C (2013). *Kvävegödsling på skogsmark – Underlag för Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om kvävegödsling.*
https://www.regelradet.se/wp-content/files_mf/13702638072013_178_Rapport_kvavegodsling.pdf [2021-02-15]

Ågren, A. & Lindberg, W (2020). *Dokumentation nya hydrografiska kartor – vattendrag och SLU Markfuktighetskarter.* Sveriges Lantbruksuniversitet.
<https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/seksko/forskning/markfuktighetskarter/dokumentation-slu-markfuktighetskarta-2020-11-12.pdf> [2021-05-19]

Opublicerat material

Kårén, O (2021). [Personlig kommunikation]. Avdelningschef verksamhetsutveckling, skog och skötsel. (SCA)

SCA (2016). Instruktion för planering av skogsgödsling. [Internt material]

SCA (2021). Illustration i skala 1:2 500 över hur referenslinjerna i vitt såg ut med utlagda provytor i rött. [Kartbild]

SCA (2021). Kartbild över de undersökta bestånden i skala 1:285 000. [Kartbild]

Bilagor

Bilaga 1.

Fältblankett					
GLOBAL ID:			1. Fastmark och inte torvmark 2. Podsoljordmån 3. Ståndortsindex 13 - 30 meter 4. Minst 80 procent av grundytan ska vara barrträd 5. Som lägst första gallringsskog 6. Ingen avverkning får ske inom tio år efter utförd gödsling 7. Frisk och välsluten skog		
Gödslandes år:					
Provyta:					
Koordinater:					
	Latitude	Longitude			
Uppfyller provytan baskraven för gödsling?			Motivering: <div></div>		
	Ja	Nej			
Trädslagsblandning					
Tall		#DIVISION/0!			
Gran		#DIVISION/0!			
Löv		#DIVISION/0!			
Summa GY:		0			
Ståndortsfaktorer					
	Kod				
Markvegetationstyp:					
Markfuktighetsklass:					
Rörligt markvatten:					
Jordartens textur:					
ÖH-träd					
Brösthöjdsålder, år	Höjd, m	Diameter, cm	Bark, cm	Mätning av borkkärna, mm	
1				Efter gödsling	Före gödsling
2					
Ståndortsindex:			m		
Provträd					
Diameter, cm	Bark, cm	Mätning av borkkärna, mm			
		Efter gödsling Före gödsling			
1					
2					
*Minst 60% av ÖH trädets diam.					
*3,7,4,8,2,9					

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

<https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

☒ JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.